

## "Drucken" von Wellen-Zahnrad-Kombinationen inkl. Prüfstand

Die vorliegende Bachelorarbeit im Auftrag des Zentrums für Produkt- und Prozessentwicklung (ZPP) der ZHAW sollte die Möglichkeiten eines Einsatzes der additiven Fertigung von Zahnrädern und in Zukunft auch von kompletten Zahnradwellen in der Industrie untersuchen. Dabei sollten die Zahnräder strukturoptimiert werden, um Gewicht einzusparen. Zum Testen der Zahnräder wurde im Rahmen dieser Arbeit als zweiter Teil ein Prüfstand konzipiert.

Das Vorgehen für die Erarbeitung der Bachelorarbeit bestand darin, die Potenziale des SLM-Verfahrens (Selective Laser Melting) bezüglich der Herstellung von Zahnrädern zu ermitteln. Danach wurden mithilfe von Tosca (Erweiterung für Finite Elemente Programme) diverse Zahnräder gewichtsoptimiert und ein Modell daraus gefertigt. Die Materialauswahl für die Zahnräder wurde ebenfalls explizit durchgeführt, da der Markt der SLM-Werkstoffe noch keine typischen Zahnradwerkstoffe anbietet. Parallel dazu wurde ein Entwurf für einen Getriebeprüfstand zum Testen dieser Zahnräder und Zahnradwellen konstruiert.

Die Resultate dieser Arbeit sind mehrere gewichtsoptimierte Zahnrad-Modelle, welche mittels SLM-Verfahren hergestellt werden können sowie ein Entwurf des Getriebeprüfstandes. Die Optimierungen der Zahnräder enthalten zur Reduktion des Gewichtes und des damit abhängigen Massenträgheitsmomentes viele kleine Durchbrüche und Einbuchtungen. Die detaillierte Materialuntersuchung lieferte als Alternative zu den gängigen Zahnradwerkstoffen Werkzeugstahl 1.2709 und 1.2344. Des Weiteren wurde ein kompletter Entwurf für den Getriebeprüfstand erarbeitet, welcher durch den modularen Aufbau sehr viel Flexibilität bietet. Dabei sind alle wesentlichen Anschlusskomponenten, wie z.B. Antrieb und Sensorik, untersucht und spezifiziert worden. Eine erste Kostenabschätzung ergab Herstellungskosten von circa CHF 41'600.-.

Diese Bachelorarbeit dient als Grundlage für eine zukünftige Bachelor- oder Projektarbeit, in welcher der Prüfstand bis zur Produktionsreife ausgearbeitet wird. Dies beinhaltet die Auslegung des Antriebssystems, der Steuerung und der Einspritzschmierung. Die Strukturoptimierung der Zahnräder wird ebenfalls weiter vertieft und mit dem quasistatischen Lastfall ergänzt.

Die vorliegende Bachelorarbeit hat ihr Ziel erreicht. Das ZPP verfügt nun über mögliche Zahnrad-Konzepte, mit welchen über 37% des Gewichtes eingespart werden können, sowie über einen Entwurf für einen modular aufgebauten Getriebeprüfstand.

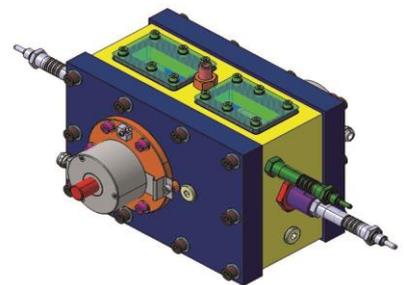


Diplomierende  
Thierry Jeck  
Philipp Sager

Dozent  
Hans-Jörg Dennig



Gewichtsoptimiertes SLM-Zahnrad  
mithilfe von Ansys und Tosca



Getriebox des Getriebeprüfstandes  
für SLM-Zahnräder und  
GetriebeWellen